

УДК 630*36.001.6

А.Р. Гороновский, доц., канд. техн. наук;
С.А. Голякевич, ассист., канд. техн. наук;
С.П. Мохов, доц., канд. техн. наук;
М.К. Асмоловский, доц., канд. техн. наук,
(БГТУ, г. Минск)

ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ «БЕЛАРУС»

Конкуренция на рынке лесозаготовительных машин ставит перед учеными и конструкторами задачу постоянного совершенствования их технических характеристик и эксплуатационных качеств. Так, на ПО «МТЗ» совместно с УО «БГТУ» ведутся работы по совершенствованию погрузочно-транспортной машины (форвардера) МЛПТ-354 с колесной формулой 4К4. Требование лесозаготовителей к повышению грузоподъемности и скоростям выполнения операций при сохранении конструктивной массы форвардера приводят к возрастанию статической и динамической нагруженности его несущей конструкции и необходимости ее совершенствования. Теоретические и экспериментальные исследования работы форвардера показали, что наиболее нагруженным узлом несущей конструкции форвардера является шарнирное сочленение его полурам и опора манипулятора.

Значительное влияние на нагруженность шарнира сочленения полурам в процессе работы манипулятора оказывают параметры механизма его блокирования. Установлены 2 характерные зоны изменения кривых крутящего момента: при отрыве от поверхности колеса технологического модуля противоположного стороне проведения погрузочных работ и без отрыва. При работе без отрыва колеса величина крутящего момента в шарнире сочленения линейно возрастает. Интенсивность нарастания крутящего момента составляет с 2,0–2,4 кН·м на 100 кг массы поднимаемой пачки при вылете манипулятора 5,3 м. Характерно, что при работе в данной зоне при меньшей крутильной жесткости механизма блокирования достигается меньшая нагруженность шарнирного сочленения моментом кручения. Так, разница в моменте кручения при крутильной жесткости $2 \cdot 10^6$ Н·м/рад и $1,0 \cdot 10^6$ Н·м/рад составляет 4,3 кН·м. Существенное снижение крутящего момента в шарнире объясняется тем, что при меньшей крутильной жесткости механизма блокирования большая часть нагрузки кручения в раме перераспределяется на участок между колесами технологического модуля и местом установки манипулятора.

Однако при меньшей крутильной жесткости механизма блокировки отрыв колеса технологического модуля наблюдается при меньшей массе поднимаемых сортиментов. Отрыв колес технологического модуля форвардера от поверхности движения сопровождается увеличением интенсивности нарастания крутящего момента в шарнире до 4,15 раз. Для порожнего форвардера при крутильной жесткости механизма блокирования $0,5 \cdot 10^6$ Н·м/рад и вылете манипулятора равном 5,3 м отрыв происходит при массе поднимаемых сортиментов 493 кг.

Снижая жесткость механизма блокирования, для области работы без потери устойчивости технологического модуля, можно уменьшить моменты кручения, действующие в шарнире, до 1,32 раза. Для этого на типичной погрузочно-разгрузочной операции при увеличении массы поднимаемых сортиментов от 400 кг до 900 кг необходимо пропорционально изменять жесткость механизма блокирования от 500 кН·м/рад до 2000 кН·м/рад. При этом учтено, что на переходных режимах работы: в момент разгона и торможения при подъеме и опускании сортиментов, действующие динамические грузовые моменты манипулятора могут значительно превышать статическую величину. Так, при опускании сортиментов массой 600 кг со скоростью 0,6 рад/с в момент торможения в конструкции форвардера возбуждается колебательный процесс.

Коэффициент динамичности грузового момента манипулятора при времени торможения равном 0,1 с лежит в диапазоне 2,18–2,3. При увеличении времени торможения до 0,2 с коэффициент динамичности не превышает 1,64, а при времени торможения 0,6 с – 1,22. В момент торможения манипулятора при опускании сортиментов коэффициенты динамичности момента кручения в шарнире сочленения лежат в диапазонах: 2,42–2,91 при времени торможения 0,1 с, 1,69 – 1,9 при 0,2 с и 1,22–1,24 при времени торможения 0,6 с.

Исследованиями напряженно-деформированного состояния шарнирного сочленения полурам форвардера установлены элементы с наибольшими действующими эквивалентными напряжениями. Это внутренние боковые ребра жесткости, галтель на трубе горизонтального шарнира, элементы боковых граней шарнира, относящихся к энергетическому модулю форвардера и др.

По результатам проведенных исследований для ПО «МТЗ» предложен ряд конструкционных изменений для несущей конструкции проектируемого форвардера повышенной грузоподъемности.